

氏名(本籍)	かん どり あき ひこ 神 鳥 明 彦 (広島県)
学位の種類	博 士 (医 学)
学位記番号	博 乙 第 1959 号
学位授与年月日	平成 15 年 10 月 31 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
審査研究科	人間総合科学研究科
学位論文題目	胎児心磁図を用いた胎児不整脈の検出方法と解析方法に関する研究

主 査	筑波大学教授	医学博士	山 口 巖
副 査	筑波大学教授	医学博士	榊 原 謙
副 査	筑波大学助教授	医学博士	鬼 塚 正 孝
副 査	筑波大学助教授	医学博士	東 野 英利子

論 文 の 内 容 の 要 旨

【目的】

心磁図は安全かつ妊婦への負担なく行える非侵襲的な検査法である。

- (1) 胎児不整脈を高感度に検出するため、胎児心磁図の検出感度向上を図り、健常な胎児心磁図の波形を用いて、不整脈診断の指標となる客観評価の基準を作成すること。
- (2) 胎児心磁図を用いて胎児不整脈の高度な解析技術の開発により、突然死の可能性の高い QT 延長症候群や WPW 症候群の早期診断法を開発すること。

【対象と方法】

- (1) 胎児心磁図の検出方法として、 3×3 のマトリックス上に配置した 9 ch の胎児心磁計と 2×2 のマトリックス上に配置した 12 ch のベクトル型胎児心磁計および、 8×8 のマトリックス上に配置した胎児心磁計の 3 種類の検出方法につき、電流ダイポール推定を用いた心起電力と妊娠週数との関係を、さらにマッピング手法により胎児心臓磁場の空間的な広がりを検討した。
- (2) マッピング手法や電流ダイポール推定を用いた胎児不整脈の解析方法などを各疾患（上室性不整脈・WPW 症候群・QT 延長症候群）毎に開発し臨床評価を行なった。さらに、自己相関手法を用いて胎児心拍変動解析を簡便に行う方法を考案した。

【結果】

- (1) 胎児心磁図の波形解析上は、12 ch のベクトル型胎児心磁計が最も感度が高く、これは検出コイルが最も胎児心臓に近づけられる構造であることによる結果であった。また、ベクトル型の検出コイルを使用することで胎児心磁図の検出感度を向上させ、電流ダイポールの推定が行えた。

胎児心電図のマッピング検査によって、胎児心臓内部の起電力の情報を電流分布（電流アローマップ）として再構成が可能であり、パターン認識化された。

胎児心磁図の検出感度として、各システムによって電流ダイポール推定を行った結果、電流ダイポール (Q) と妊娠週数 (G) との平均的な関係はおおよそ $Q = 18G295$ という一次近似直線で表された。この関係から検出可能な胎児心臓の深さの週数での限界点も決定された。

(2) 胎児 QT 延長症候群では、T波の振幅が小さい場合にはT波終末点を同定することが困難であった。QRS波とT波との電流アローマップの比較により、計測されている弱い磁場波形のT波と雑音の判別が可能となった。

左室起源に早期興奮部位を持つ胎児 WPW 症候群 2 例について、早期興奮部位の位置推定を行った結果、R波とΔ波の時刻での電流ダイポールの向きは約90度であり、この90度は左室起源のΔ波の特徴であることが明らかになった。

さらに、胎児の心拍変動解析を詳細に行うための、ほぼ自動で解析が行える自己相関方法を用いた手法を開発した。

【考察】

(1) 妊娠週数に応じた胎児心起電力の標準値を算出したことで、心起電力の異常を示す不整脈への応用が可能である。

(2) 各解析法により以下の事項が可能となった。

①振幅の小さいT波の同定が行えることにより、胎児 QT 延長症候群の正確な診断が得られる。②胎児心房粗動波形の電流アローマップ図を作成することにより、胎児心房内のリエントリー回路の存在が示唆された。③胎児 WPW 症候群の早期興奮部位の位置推定（左室か右室か）が可能であると考えられた。④自己相関関数を用いた RR 間隔解析法によって、胎動や母体の呼吸の変動があっても正確な心拍検出が可能で、RR 変動解析に有効であった。

【結論】

胎児心磁図の妊娠週数と磁場強度（検出感度）の関係から胎児心磁図波形を重視するベクトル型の検出と、マッピングを重視するマッピング検出の2種類の方法を、対象となる疾患で使い分けることにより詳細な心臓興奮伝導の情報を得ることが可能であり、胎児不整脈の新たな治療法の開発や周産期管理の新手法などの開発への胎児心磁図の貢献が考えられる。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究では非侵襲的な胎児心磁図による胎児不整脈の検出と解析が、臨床応用に直結し、特に致死性不整脈に対する新治療法や周産期管理の新手法の開発に繋がる可能性が示された。現在の心磁図計測においてはセンサーで測定される磁場はセンサーアレー面と平行に存在する電流成分しか計測しえないこと、R波とT波の電流アローの方向の解析についての胎児の体位と電流アロー図との関連性の確認の必要性、T波の位置の決め方、胎児心磁図による周波数解析の可能性とその意義について議論が行われ、本研究に係わる今後の課題が提起された。

よって、著者は博士（医学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。